

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

KAYAHARA et al.
July 21, 2003
BSKB, LLP
(703) 205-8000
1921-0145P
20P 2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 5月 20日

出願番号

Application Number:

特願2003-141253

[ST.10/C]:

[JP2003-141253]

出願人

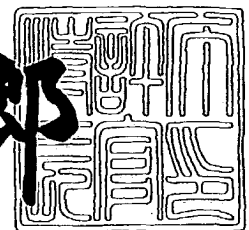
Applicant(s):

三浦工業株式会社

2003年 6月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042729

【書類名】 特許願

【整理番号】 PZ0193

【提出日】 平成15年 5月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明の名称】 低NOx燃焼方法とその装置

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式会社 内

 【氏名】 茅原 敏広

【発明者】

 【住所又は居所】 愛媛県松山市堀江町7番地 株式会社三浦研究所 内

 【氏名】 田窪 昇

【特許出願人】

 【識別番号】 000175272

 【氏名又は名称】 三浦工業株式会社

 【代表者】 白石 省三

 【電話番号】 089-979-7025

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 特願2002-219397

 【出願日】 平成14年 7月29日

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041667

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 低 NO_x 燃焼方法とその装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低 NO_x 化を実現する低 NO_x 燃焼方法であって、吸熱体群による燃焼ガス温度の抑制と、燃焼完結ガスを燃焼ガスの燃焼反応領域へ再循環させることによる燃焼ガス温度の抑制と、前記バーナの燃焼用空気への水または蒸気添加による燃焼ガス温度の抑制とを組み合わせる行うことにより、燃焼ガス温度の抑制をなすことを特徴とする低 NO_x 燃焼方法。

【請求項2】 前記バーナを完全予混合式のバーナとして高空気比で燃焼させることによる燃焼ガス温度の抑制を組み合わせることを特徴とする請求項1に記載の低 NO_x 燃焼方法。

【請求項3】 バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低 NO_x 化を実現する低 NO_x 燃焼装置であって、燃焼反応領域に設けた吸熱体群により燃焼ガス温度を抑制する第一抑制手段と、燃焼完結ガスを燃焼ガスの燃焼反応領域へ再循環させることにより燃焼ガスを抑制する第二抑制手段と、前記バーナの燃焼用空気への水または蒸気添加により燃焼ガス温度を抑制する第三抑制手段とを具備したことを特徴とする低 NO_x 燃焼装置。

【請求項4】 前記バーナを完全予混合式のバーナとして高空気比で燃焼させることによる燃焼ガス温度を抑制する第四抑制手段を組み合わせることを特徴とする請求項3に記載の低 NO_x 燃焼装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、水管ボイラ、吸収式冷凍機の再熱器などに適用される低 NO_x 燃焼方法とその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、 NO_x の発生の抑制原理として、①火炎（燃焼ガス）温度の抑制、②

高温燃焼ガスの滞留時間の短縮、③酸素分圧を低くすることなどが知られている。そして、これらの原理を応用した種々の低NO_x化技術がある。たとえば、2段燃焼法、濃淡燃焼法、排ガス再循環燃焼法、水添加燃焼法、蒸気噴射燃焼法、水管群による火炎冷却燃焼法などが提案され実用化されている。

【0003】

ところで、水管ボイラなどの比較的容量の小さいNO_x発生源に対しても時代と共に排ガス規制が厳しくなり、一層の低NO_x化が求められるようになってきている。出願人は、これらの要請に対する低NO_x化技術の特開平11-132404号公報（米国特許第6029614号明細書）にて提案している。

【0004】

この先行技術は、水管群による燃焼ガス温度の抑制と、排ガス再循環による燃焼ガス温度の抑制との組合せによって低NO_x化を図るものである。しかしながら、NO_x低減は、25ppm程度にとどまり、10ppmを下回る低NO_x化を実現するものではなかった。以下、生成NO_x値を10ppm以下とする低NO_x化を超低NO_x化という。

【0005】

この先行技術において、水管群による燃焼ガス温度抑制の機能強化によって超低NO_x化を図ることも考えられる。この機能強化とは、水管群をバーナと接触して設けたり、水管群の伝熱面密度を増加することである。しかしながら、この機能の過度の強化は、圧力損失が増大したり、振動燃焼などの不安定燃焼を生ずる。

【0006】

また、排ガス再循環による燃焼ガス温度抑制の機能強化によって超低NO_x化を図ることも考えられる。この機能強化とは、排ガス循環量を増加させることである。しかしながら、この機能強化により、排ガス再循環が有する不安定特性を増幅する。すなわち、排ガス再循環は、燃焼量の変化や負荷の変化により、排ガス流量や温度が変化する特性を有している。排ガス再循環量を増大させると、これらの不安定特性が増幅される結果、安定した低NO_x化を実現できない。

【0007】

また、排ガス再循環の機能強化により、燃焼反応が抑制され、COおよび未燃分の排出増加をもたらすと共に、熱的ロスの増大を招く。また、排ガス再循環量を増大させると、送風機負荷が増加する。燃焼反応の過度の抑制は、CO及び未燃分の排出増加をもたらすと共に熱的ロスの増大を招く。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、排出NOx値が10ppmを下回る低NOx化を容易に実現できる低NOx燃焼方法とその装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明は、前記課題を解決するためになされたもので、請求項1に記載の発明は、バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低NOx化を実現する低NOx燃焼方法であって、吸熱体群による燃焼ガス温度の抑制と、燃焼完結ガスを燃焼ガスの燃焼反応領域へ再循環させることによる燃焼ガス温度の抑制と、前記バーナの燃焼用空気への水または蒸気添加による燃焼ガス温度の抑制とを組み合わせる行うことにより、燃焼ガス温度の抑制をなすことを特徴としている。

【0010】

請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記バーナを完全予混合式のバーナとして高空気比で燃焼させることによる燃焼ガス温度の抑制を組み合わせることを特徴としている。

【0011】

請求項3に記載の発明は、バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低NOx化を実現する低NOx燃焼装置であって、燃焼反応領域に設けた吸熱体群により燃焼ガス温度を抑制する第一抑制手段と、燃焼完結ガスを燃焼ガスの燃焼反応領域へ再循環させることにより燃焼ガスを抑制する第二抑制手段と、前記バーナの燃焼用空気への水または蒸気添加により燃焼ガス温度を抑制する第三抑制手段とを具備したことを特徴としている。

【0012】

さらに、請求項4に記載の発明は、請求項3において、前記バーナを完全予混

合式のバーナとして高空気比で燃焼させて燃焼ガス温度を抑制する第四抑制手段を組み合わせたことを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を説明する前に、本明細書において使用する用語について説明する。燃焼ガスは、燃焼反応中（燃焼過程）の燃焼ガスと燃焼反応が完結した燃焼ガスとを含む。そして、燃焼反応中ガスは燃焼反応中の燃焼ガスを意味し、燃焼完結ガスは燃焼反応が完結した燃焼ガスを意味する。また、燃焼反応中ガスは、物質概念であるが、一般的には目視可能な火炎を含み火炎状態であるので、状態概念として火炎と称することもできる。よって、本明細書においては、燃焼反応中ガスを火炎または燃焼火炎と称する場合もある。また、排ガスとは伝熱管などによる吸熱作用を受けて温度低下した燃焼完結ガスをいう。

【 0 0 1 4 】

また、燃焼ガス温度は、特に断らなければ、燃焼反応中ガスの温度を意味し、燃焼温度あるいは燃焼火炎温度と同義である。さらに、燃焼ガス温度の抑制とは、燃焼ガス（燃焼火炎）温度の最高値を低く抑えることを意味する。なお、通常、燃焼反応は、燃焼完結ガス中においても極微量であるが継続しているので、燃焼完結とは、燃焼反応の 1 0 0 % 完結を意味するものではない。

【 0 0 1 5 】

さらに、空気比は、実際燃焼空気量／理論燃焼空気量であるが、排ガス O_2 (%)（排ガス中の酸素濃度）と所定の関係で対応しているので、排ガス O_2 (%) にて表示する。また、 NO_x 値は、排ガス 0 % O_2 換算の値を示し、CO 値は、換算値でなく読取值を示す。

【 0 0 1 6 】

つぎに、この発明の実施の形態について説明する。この発明は、小型貫流ボイラなどの水管ボイラ、給湯器、吸収式冷凍機の再熱器などの熱機器（燃焼機器と称しても良い。）に適用される。この熱機器は、バーナとこのバーナからの燃焼ガスによって加熱される吸熱体群を有する。

【 0 0 1 7 】

この発明の方法の実施の形態は、バーナからの燃焼ガスの温度の抑制を、吸熱体群による燃焼ガス温度の抑制手段（以下、「第一抑制手段」という。）と、燃焼完結ガスを燃焼ガスの燃焼反応領域へ再循環させることによる燃焼ガス温度の抑制手段（以下、「第二抑制手段」という。）と、前記バーナの燃焼用空気への水または蒸気添加（以下、「水／蒸気添加」という。）による燃焼ガス温度の抑制手段（以下、「第三抑制手段」という。）とを組み合わせた低NO_x化手段によりなすものである。前記低NO_x化手段は、所定空気比以上で生成NO_x値をNO_x低減目標値である10ppm以下に低減するよう構成される。

【0018】

前記低NO_x化手段を構成する前記第一抑制手段は、つぎの原理に基づく。前記バーナからの燃焼反応中ガス中、すなわち燃焼反応領域に吸熱体を多数配置して構成した吸熱体群の冷却作用により燃焼ガス温度を抑制して、NO_x値を低減する。この第二抑制手段は、前記吸熱体群を配置して燃焼反応中ガスを冷却するので、不均一冷却である。そして、前記燃焼反応領域の吸熱体間の隙間においては燃焼が活発に行われている部位もある。特に、前記吸熱体の後流においては、渦流が形成されて、燃焼火炎は伝熱管により保炎される。前記吸熱体は、水管などの伝熱管にて構成されるが、これに限定されるものではない。

【0019】

燃焼反応中ガスの流れに対してどのように前記吸熱体群を配置するか配置構成として、つぎの二つの形態を含む。その一つは、前記バーナから排ガス出口までほぼ直線状に燃焼ガスが流通する燃焼ガス通路を形成し、前記バーナからの燃焼反応中ガスと交叉するように前記吸熱体群を互いに燃焼ガスの流通を許容する間隙を存して配置する構成である。他の一つは、吸熱体群を互いに燃焼ガスの流通を許容する間隙を存して環状に配列し、前記バーナからの燃焼ガスを前記環状吸熱体群の内側から前記吸熱体群に向けて放射方向に流通させるように構成して、前記バーナからの燃焼反応中ガス中に前記吸熱体群に配置する構成である。後者の構成は、特開平11-132404号公報（米国特許第6029614号明細書）に示されるものと同様である。

【0020】

前記第二抑制手段は、所謂排ガス再循環燃焼法と称されるもので、前記吸熱体群による吸熱作用を受けて温度低下した後大気へ放出される排ガスの一部が、排ガス再循環通路を介して燃焼用空気に混入される。混入した排ガスの冷却効果により、燃焼ガス温度を抑制して、 NO_x 値を低減する。この第二抑制手段は燃焼ガスの均一冷却である。

【 0 0 2 1 】

前記第三抑制手段は、前記燃焼反応領域への水／蒸気添加である。この水／蒸気添加により、燃焼反応中ガスが冷却され、燃焼ガス温度が抑制され、 NO_x 値が低減する。この第三抑制手段も燃焼ガスの均一冷却である。前記水／蒸気添加は、実施に応じて前記排ガス循環通路において行うことができる。さらには、前記バーナを完全予混合式バーナとし、送風機により燃焼用空気と排ガスとの混合気を前記バーナへ送る実施の形態においては、前記バーナと前記送風機との間において蒸気添加を行うことができる。なお、水添加は、水を霧状として添加する。

【 0 0 2 2 】

この第一抑制手段から第三抑制手段の組合せによる効果は、つぎの通りである。前記第一抑制手段および第二抑制手段による燃焼ガス温度の抑制機能を強化すると、各抑制手段の有する欠点が問題化してくるが、3つの抑制手段を組み合わせることで、これらの欠点を問題化することなく、比較的簡単に超低 NO_x を実現できる。特に、第三抑制手段を組み合わせることにより、第二抑制手段の不安定特性を緩和でき、安定した超低 NO_x 化を実現できる効果を奏する。

【 0 0 2 3 】

この実施の形態においては、好ましくは前記バーナを完全予混合式バーナとして高空気比にて燃焼させることによる燃焼ガス温度の抑制（以下、第四抑制手段という。）を組み合わせることができる。前記第四抑制手段は、つぎの原理に基づく。前記バーナを高空気比にて燃焼させると、燃焼ガス温度が抑制され、 NO_x 値が低減する。ここにおける高空気比とは、排ガス中に含まれる O_2 （％）：5以上であり、好ましくは5.5以上である。この抑制作用は、前記バーナにより形成される燃焼反応領域全体にほぼ均一に作用する。

【0024】

この第四抑制手段を組み合わせることで、前記各抑制手段の機能強化による問題をさらに緩和できる。

【0025】

さらに、前記実施の形態においては、好ましくは、前記空気比を所定高空気比に制御する空気比制御手段を付加する。より具体的には、排ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段を設け、この酸素濃度検出手段による検出酸素濃度が前記所定高空気比に対応する設定値となるように、前記バーナへ燃焼用空気を送風する送風機の回転数を制御する。前記の所定高空気比は、つぎのようにして決められる。NO_x低減目標値を10ppmとすると、前記低NO_x化手段の空気比対NO_x特性において前記目標値に対応する空気比を求め、こうして求めた空気比またはこの空気比以上の値を所定高空気比とする。結局、所定高空気比はNO_x低減目標値に対応する。

【0026】

また、前記空気比制御手段は、つぎの変形例を含む。前記空気比制御手段は、前記送風機の回転数を制御する構成であるが、これに代えて前記送風機の下流または上流に設けたダンパ、弁などの燃焼用空気流量調整手段を設け、この燃焼用空気流量調整手段の開度を制御することによって空気比を一定に制御するように構成できる。さらに、実施に応じては、前記酸素濃度検出手段の代わりに、外気温を検出する外気温検出手段を設け、この外気温検出手段により前記送風機または前記流量調整機構を制御して、空気比を一定に制御するように構成することができる。

【0027】

つぎに、この発明の装置に関する実施の形態につき説明する。この発明は、前記の方法の実施の形態に対応するつぎの装置の実施の形態(1)～(4)を含む。

【0028】

実施の形態(1)：バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低NO_x化を実現する低NO_x燃焼装置であって、前記第一抑制手段と、前記第二抑制手

段と、前記第三抑制手段とから低NO_x化手段を構成することを特徴とする低NO_x燃焼装置。

【0029】

実施の形態（2）：実施の形態（1）において前記低NO_x化手段に第四抑制手段を含ませたことを特徴とする低NO_x燃焼装置。

【0030】

さらに、前記装置に関する実施の形態は、さらに、次の実施の形態（3）から（6）を含む。

実施の形態（3）：実施の形態（1）において、空気比対NO_x特性を前記バーナの空気比の増加に従い生成NO_x値が減少するものとし、空気比対CO特性を前記空気比の増加に従い排出CO値が増加するものとする低NO_x化手段と、前記バーナの空気比を所定高空気比に制御する空気比制御手段とを具備し、前記空気比対NO_x特性とNO_x低減目標値とから前記所定空気比が求められることを特徴とする低NO_x燃焼装置。

【0031】

実施の形態（4）：前記実施の形態（2）において、空気比対NO_x特性を前記バーナの空気比の増加に従い生成NO_x値が減少するものとし、空気比対CO特性を前記空気比の増加に従い排出CO値が増加するものとする低NO_x化手段と、前記バーナの空気比を所定高空気比に制御する空気比制御手段とを具備し、前記空気比対NO_x特性とNO_x低減目標値とから前記空気比が求められることを特徴とする低NO_x燃焼装置。

【0032】

前記実施の形態（3）～（4）によれば、外気温度が変動しても空気比の制御により安定した超低NO_x化を実現できる。

【0033】

実施の形態（5）：前記実施の形態（1）において、前記バーナを高燃焼と低燃焼とを切替可能に構成し、高燃焼時および低燃焼時ともに前記第一抑制手段と第二抑制手段と第三抑制手段により燃焼ガス温度を抑制し、低燃焼時と高燃焼時とで前記第二抑制手段による排ガス循環量と第三抑制手段による水／蒸気添加量

を調整することを特徴とする低NO_xおよび低CO燃焼装置。

【0034】

この実施の形態（5）によれば、燃焼量の増減に合わせて排ガス循環量と水／蒸気添加量を調整するので、第二抑制手段または第三抑制手段の一方の機能のみを強化することによる問題を解消または緩和できる効果がある。

【0035】

実施の形態（6）：前記実施の形態（1）において、前記バーナを高燃焼と低燃焼とを切替可能に構成し、低燃焼時には前記第一抑制手段と第二抑制手段により燃焼ガス温度を抑制し、高燃焼時には前記第一抑制手段と第二抑制手段と第三抑制手段により燃焼ガス温度を抑制し、低燃焼時と高燃焼時とで前記第二抑制手段による排ガス循環量を同じとすることを特徴とする低NO_xおよび低CO燃焼装置。

【0036】

実施の形態（7）：前記実施の形態（1）において、前記バーナを高燃焼と低燃焼とを切替可能に構成し、低燃焼時および高燃焼時に前記第一抑制手段と第二抑制手段により燃焼ガス温度を抑制し、低燃焼時と高燃焼時とで前記第二抑制手段による排ガス循環量を同じとすると共に、高燃焼時の第三抑制手段による水／蒸気添加量を低燃焼時のそれよりも多くすることを特徴とする低NO_xおよび低CO燃焼装置。

【0037】

この実施の形態（6）および（7）は、排ガス再循環量を低燃焼時と高燃焼時とで同じにする、すなわち排ガス循環量を調整せずに、同じとし、高燃焼時と低燃焼時とで水または蒸気添加量を調整するものである。その結果、高燃焼と低燃焼との切替に伴う、排ガス再循環量の調整手段が不要となると共に、排ガス循環量を増大させることによる排ガス再循環の不安定特性を緩和できる効果を奏する。

【0038】

【実施例】

この発明の低NO_x燃焼方法とその装置を水管ボイラ的一种である貫流式の蒸

気ボイラに適用した実施例について、以下に図面に従い説明する。図 1 は、この発明の一実施例を適用した蒸気ボイラの縦断面の説明図であり、図 2 は、図 1 の II-II 線に沿う断面図であり、図 3 は、図 1 の III-III 線に沿う横断面図であり、図 4 および図 5 は、それぞれ同実施例の高燃焼時、低燃焼時の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性を示す図であり、図 6 は、同実施例の要部制御回路図であり、図 7 は、同実施例の CO 酸化触媒体を排ガスの流れ方向から見た要部構成を示す図である。

【 0 0 3 9 】

以下に、この実施例のボイラの全体構成を説明し、ついで特徴部分の構成につき説明する。特徴部分とは、多数の伝熱管による燃焼ガス温度の抑制手段（第一抑制手段）、燃焼完結ガスを燃焼反応領域へ再循環させることによる燃焼ガス温度の抑制手段（第二抑制手段）、前記燃焼反応領域への蒸気添加による燃焼ガス温度の抑制手段（第三抑制手段）および完全予混合式のバーナを高空気比で燃焼させることによる燃焼ガス温度の抑制手段（第四抑制手段）の組合せによる低 NO_x 化手段と、前記バーナの空気比を所定の高空気比に維持すべく制御する空気比制御手段とである。

【 0 0 4 0 】

まず、前記蒸気ボイラの全体構成につき説明する。この蒸気ボイラは、高燃焼と低燃焼とを切替えて運転できる。そして、平面状の燃焼面（予混合気噴出面）を有する完全予混合式のバーナ 1 および多数の熱吸収用の伝熱管 2, 2, ... を有する缶体 3 と、前記バーナ 1 へ燃焼用空気を送る送風機 4 および給気通路 5 と、ガス燃料供給管 6 と、前記缶体 3 から排出される排ガスを排出する排ガス通路（通常煙突と称される。） 7 と、この排ガス通路 7 を流通する排ガスの一部を燃焼用空気に混入させて前記バーナ 1 へ供給する排ガス再循環通路 8 と、燃焼用空気へ蒸気を添加する蒸気添加管 9（図 3 参照）とを備えている。なお、前記各伝熱管 2 の外径は、60.5 mm である。

【 0 0 4 1 】

前記缶体 3 は、上部管寄せ 10 および下部管寄せ 11 を備え、この両管寄せ 10, 11 間に複数の前記各伝熱管 2 を配置している。図 2 において、前記缶体 3

の長手方向の両側部に外側伝熱管 12, 12, …を連結部材 13, 13…で連結して構成した一对の水管壁 14, 14 を設け、この両水管壁 14, 14 と前記上部管寄せ 10 および下管寄せ 11 との間に前記バーナ 1 からの燃焼反応中ガスおよび燃焼完結ガスがほぼ直線的に流通する燃焼ガス通路 15 を形成している。

【0042】

つぎに、前記各要素間の接続関係を説明する。図 1 に示すように、前記燃焼ガス通路 15 の一端には前記バーナ 1 が設けられ、他端の排ガス出口 16 には排ガス通路 7 が接続されている。前記バーナ 1 には前記給気通路 5 が接続され、前記給気通路 5 には前記ガス燃料供給管 6 が燃料ガスを前記給気通路 5 内に噴出するように接続されている。前記ガス燃料供給管 6 には、高燃焼と低燃焼とで燃料流量を調整する燃料流量調整手段としての第一弁 17 を備えている。なお、前記給気通路 5 には、前記燃料ガスと燃焼用空気との混合性を良くするためのベンチュリーと称される絞り部（図示しない）を設けているが、圧損を低減するために、実施に応じて前記絞り部を削除するように構成できる。

【0043】

さらに、図 3 に示すように、前記送風機 4 の吸込口 18 には吸気通路 19 が接続され、この吸気通路 19 と前記排ガス通路 7 との間に前記排ガス再循環通路 8 が接続されている。前記吸気通路 19 内には前記蒸気添加管 9 が挿入されている。

【0044】

以上の構成に基づく、前記蒸気ボイラの概略動作は、以下の通りである。前記吸気通路 19 から供給される燃焼用空気（外気）は、前記ガス燃料供給管 6 から供給される燃料ガスと前記給気通路 5 内において予混合され、この予混合気は前記バーナ 1 から前記缶体 3 内へ向けて噴出される。予混合気は着火手段（図示しない）により着火され、燃焼する。この燃焼に伴い生ずる燃焼反応中ガスは、上流側の伝熱管 2 群と交叉して冷却された後、燃焼完結ガスとなり下流側の伝熱管 2 群と熱交換して吸熱されて排ガスとなる。この排ガスは、前記排ガス通路 7 から大気中へ排出される。そして、排ガスの一部は、前記排ガス再循環通路 8 を経て前記バーナ 1 へ供給され、燃焼ガス温度の抑制に用いられる。

【0045】

また、前記各伝熱管2中の水は、燃焼ガスとの熱交換により加熱され、蒸気化される。この蒸気は、前記上部管寄せ10に接続される蒸気取出手段（図示しない）から蒸気使用設備（図示しない）へ供給されると共に、その一部が前記蒸気添加管9へ供給され、燃焼反応中ガスの冷却に用いられる。

【0046】

つぎに、この実施例の前記特徴部分につき説明する。前記低NO_x化手段は、所定空気比以上において生成NO_x値を10ppm以下に低減する。前記低NO_x化手段を構成する前記第一抑制手段につき説明する。この第一抑制手段は、多数の前記伝熱管2を前記バーナ1により形成される燃焼反応領域（燃焼ガス温度が約900℃以上の領域）20のほぼ全域に互いに燃焼ガスが流通する間隙を存して配設した構成である。前記バーナ1からの燃焼反応中ガスはこれら伝熱管2群により冷却される。この冷却により、燃焼ガス温度が抑制され、NO_x値が下がる。燃焼ガスの冷却度合いに影響を与える前記伝熱管2群の配列ピッチは、時間当りの燃焼量および圧損などを考慮して決めている。

【0047】

前記第二抑制手段は、前記排ガス通路7と前記排ガス再循環通路8と前記給気通路5と前記バーナ1とから構成される排ガス再循環手段である。前記排ガス再循環通路8内の適所には、排ガス再循環量を所定量に調整する排ガス流量調整手段としての第一ダンパ21を設けている。前記バーナ1へ供給される予混合気に排ガスを混入させることで、燃焼ガス温度が抑制され、NO_x値が下がる。再循環される排ガス量（排ガス再循環量）と燃焼用空気量（実際燃焼空気量）との比率は、高燃焼時と低燃焼時とで同じとなるように前記第一ダンパ21により調整される。

【0048】

前記第三抑制手段は、図3に示すように、前記蒸気添加管9と前記吸気通路19と前記送風機4と前記給気通路5と前記バーナ1とから構成される。この蒸気添加管9の反添加側端は、蒸気添加量を調整する蒸気流量調整手段としての第二弁22を介して前記上部管寄せ10に接続され、前記蒸気ボイラにて生成される

蒸気がそのまま利用されるよう構成されている。前記第二弁 2 2 と前記上部管寄せ 1 0 との間にはオリフィスなどの減圧機構（図示しない）を設ける。蒸気は、前記バーナ 1 へ供給される燃焼用空気に均一に混入され、前記バーナ 1 の多数の予混合気噴出口（図示しない）からほぼ均一に前記缶体 3 内へ噴出される。その結果、広がって形成される予混合燃焼火炎に対し効果的な冷却がなされる。

【 0 0 4 9 】

さらに第四抑制手段は、前記完全予混合式のバーナ 1 を高空気比で燃焼させる構成である。前記バーナ 1 を高空気比にて燃焼させると、燃焼ガス温度が低下し、 NO_x 値が低下する。前記バーナ 1 は、大きさ縦 6 0 cm、横 1 8 cm の矩形状のバーナであり、前記予混合気噴出口がほぼ均等に形成されている。そして、前記バーナ 1 は、例えば平板と波板（いずれも図示しない）を交互に多数枚積層して構成する周知のものが用いられる。

【 0 0 5 0 】

この実施例の蒸気ボイラは、前記のように高燃焼と低燃焼とを切替えて行うことができる。そして、同蒸気ボイラの前記低 NO_x 化手段は、図 4 および図 5 に示す高燃焼時と低燃焼時の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性を有する。この空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性について以下に説明する。

【 0 0 5 1 】

まず、高燃焼時の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性は、ある運転条件にて空気比を変化させることでそれぞれ図 4 の曲線 A、曲線 B のように求められる。前記運転条件は、燃料が LPG であり、前記バーナ 1 の燃焼量が $50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ （前記蒸気ボイラの高燃焼時の燃焼量）であり、排ガス再循環率が 4 %（排ガス再循環量／実際燃焼空気量）であり、蒸気添加量が 17 kg/h である。そして、排ガス再循環率 4 % における実際燃焼空気量および排ガス再循環量は、たとえば O_2 (%) : 6 において、それぞれ $1669 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 、 $67 \text{ Nm}^3/\text{h}$ となる。

【 0 0 5 2 】

空気比の変化は、実際燃焼空気量を変化させることで行われる。この実際燃焼空気量の変化は、前記送風機 4 のファン 2 3 を駆動する電動機 2 4（図 3 参照）の回転数を制御することにより行われる。なお、図 4 の曲線 C、曲線 D は、前記

第二抑制手段および第三抑制手段による冷却を行わない対比例の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性であって、実施例の曲線A, 曲線Bと対比するためのものである。

【0053】

この高燃焼時の前記低 NO_x 化手段の空気比対 NO_x 特性は、曲線Aに示すように空気比の増加に対して NO_x 値が減少するものとなっている。また、空気比対 CO 特性は、曲線Bに示すように空気比の増加に従い排出 CO 値が増加し、特に、 O_2 (%) : 5以上で急激に排出 CO 値が増加するものとなっている。なお、図4の曲線C, 曲線Dは、前記第二抑制手段および第三抑制手段による燃焼ガス温度の抑制を行わない対比例の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性であって、実施例の曲線A, 曲線Bと対比するためのものである。

【0054】

つぎに、低燃焼時の前記低 NO_x 化手段の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性について説明する。これらの特性は、高燃焼時のものと同様にそれぞれ図5の曲線E, 曲線Fのように求められる。低燃焼時の運転条件は、燃料がLPGであり、前記バーナの燃焼量が $25 \text{ Nm}^3/\text{h}$ （前記蒸気ボイラの低燃焼時の燃焼量）であり、排ガス再循環率が4%（排ガス再循環量/実際燃焼空気量）であり、蒸気添加量が 8.5 kg/h である。そして、排ガス再循環率4%における実際燃焼空気量および排ガス再循環量は、たとえば O_2 (%) : 6において、それぞれ $34 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $33 \text{ Nm}^3/\text{h}$ となる。

【0055】

この低燃焼時の前記低 NO_x 化手段の空気比対 NO_x 特性も、曲線Eに示すように空気比の増加に対して NO_x 値が減少するものとなっている。また、空気比対 CO 値特性は、曲線Fに示すように空気比の増加に従い排出 CO 値が増加し、特に、 O_2 (%) : 5.5以上で急激に排出 CO 値が増加するものとなっている。なお、図5の曲線G, 曲線Hは、前記第二抑制手段および第三抑制手段による燃焼ガス温度の抑制を行わない対比例の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性である。

【0056】

前記空気比制御手段は、図 6 に示すように、前記排ガス通路 7 に設けた前記酸素濃度検出手段としての酸素濃度センサ 2 5（図 1 参照）とこの酸素濃度センサ 2 5 の出力を入力して、前記電動機 2 4 の回転数を制御する制御回路 2 6 とから構成される。前記電動機 2 4 は、インバータ制御による回転数制御可能なように構成される。前記ファン 2 3 の回転数を前記バーナ 1 の空気比が所定の高空気比（所定値）となるように制御することで、外気温の変化に対して所定の低 NO_x 効果を維持する。

【 0 0 5 7 】

前記所定値は、この実施例においては、 NO_x 低減目標値を 1 0 ppm とした場合、高燃焼時は図 4 の曲線 A と 1 0 ppm とから、 O_2 (%) : 5. 8 として求められる。勿論、5. 8 % 以上であれば、低減目標値をクリアできるので、前記所定値を例えば 6 % とすることもできる。低燃焼時は、図 5 の曲線 E と 1 0 ppm とから、 O_2 (%) : 6. 2 5 として求められる。

【 0 0 5 8 】

この実施例においては、前記低 NO_x 化手段から排出される CO を CO 低減目標値以下とする低 CO 化手段を備えている。この低 CO 化手段は、前記低 NO_x 化手段から排出される CO を酸化し、 CO 低減目標値以下に低減するものである。実施例の低 CO 化手段は、 CO 値を約 1 / 1 0 に低減する CO 酸化触媒体 2 7 にて構成される。この CO 酸化触媒体 2 7 による CO 低減特性は、図 4 の曲線 M、図 5 の曲線 N にて示される。結局、曲線 D、曲線 E にて示される排ガス中の CO は、曲線 M、曲線 N のように低減される。

【 0 0 5 9 】

この CO 酸化触媒体 2 7 は、図 7 に示すような構造のもので、例えば、つぎのようにして形成される。前記基材としての共にステンレス製の平板 2 8 および波板 2 9 のそれぞれの表面に多数の微小凹凸を形成し、その表面に酸化触媒を塗布する。ついで、前記平板 2 6 および波板 2 7 を所定の長尺状に切断し、両者を重ね合わせたうえで、螺旋状に巻回してロール状に形成している。このロール状のものを側板 3 0 にて包囲し固定している。こうして図 7 に示すような前記 CO 酸化触媒体 2 7 が形成される。前記酸化触媒としては、白金を用いている。なお、

図 7 においては、前記平板 2 8 および前記波板 2 9 の一部のみを示している。

【 0 0 6 0 】

前記 CO 酸化触媒体 2 7 は、図 1 に示すように、前記排ガス出口 1 6 部に着脱自在に装着される。この CO 酸化触媒体 2 7 の大きさ及び処理容量は、酸化触媒の性能と、酸化させるべき CO の量と、前記 CO 酸化触媒体 2 7 を排ガスが流通するとき生ずる圧力損失とを考慮して設計している。

【 0 0 6 1 】

さらに、前記低 NO_x 化手段は、図 2 に示すように、前記 CO 酸化触媒体 2 7 と別の低 CO 化手段を含んでいる。この低 CO 化手段は、吸熱体群中に形成される断熱空間と称される伝熱管除去空間 3 1 である。そして、図 2 に示すように、前記伝熱管 2 群の一部、この実施例では 4 本の前記伝熱管 2 を除去して燃焼ガス温度が 1 4 0 0℃以下で、9 0 0℃以上の温度範囲となる前記伝熱管除去空間 3 1 を形成している。

【 0 0 6 2 】

前記伝熱管除去空間 3 1 は、高燃焼時に、ほぼ前記温度範囲となるが、低燃焼時には燃焼火炎が短い、すなわち燃焼反応領域が狭くなるので、前記温度範囲に入らなくなる。したがって、高燃焼時は、前記 CO 酸化触媒体 2 7 と前記伝熱管除去空間 3 1 が低 CO 化手段として機能し、低燃焼時は、前記伝熱管除去空間 3 1 は低 CO 化手段として機能せず、前記 CO 酸化触媒体 2 7 が低 CO 化手段として機能する。

【 0 0 6 3 】

前記構成の実施例の動作および作用を以下に説明する。前記バーナ 1 からの燃焼反応中ガスは、低 NO_x 化作用、すなわち前記の第一抑制手段～第四抑制手段による燃焼ガス温度抑制作用を同時に受け、しかも前記空気比制御手段により O₂ (%) を高燃焼時 5. 8, 低燃焼時 6. 2 5 とする定空気比制御を受ける。

【 0 0 6 4 】

こうした定空気比制御により、外気温が変動しても常にほぼ一定の空気比となり、生成 NO_x 値は 1 0 ppm に抑制される。すなわち、前記低 NO_x 手段による燃焼ガス温度抑制作用により、燃焼ガス温度は、前記第二抑制手段および第三抑制

手段の作用を受けない前記対比例と比較して、約 1 0 0 °C 程度平均的に低下する。その結果、上流側伝熱管 2 群から流出するの燃焼ガス中の N O x 値は、図 4 および図 5 の曲線 A、曲線 E に示すように 1 0 ppm 程度に抑制される。

【 0 0 6 5 】

また、前記の空気比制御により、前記低 N O x 化手段からの排出 C O 値も所定値に制御される。図 4 および図 5 の特性曲線 B、曲線 F に示されるように、高燃焼時は約 4 0 0 ppm で、また低燃焼時は約 1 0 0 ppm 程度となる。

【 0 0 6 6 】

前記低 N O x 化の際に生成される C O は、つぎのようにして低減化される。生成された C O は、高燃焼時にはまず伝熱管除去空間 3 1 にてその一部が酸化され、低燃焼時にはほとんど酸化されずに排ガスとなって前記排ガス出口 1 6 に至る。この排ガス中に残存する C O は、前記 C O 酸化触媒体 2 7 により酸化され、図 4 および図 5 の特性曲線 M、N に示されるように C O 値が約 1 / 1 0 に低減される。

【 0 0 6 7 】

この実施例によれば、第一抑制手段から第四抑制手段を組合せて低 N O x 化手段を構成しているので、つぎの作用効果を奏する。個々の抑制手段の機能を単独に強化すると、各抑制手段の有する欠点が問題化してくるが、4 つの抑制手段を組み合わせることで、これらの欠点を問題化することなく、比較的簡単に超低 N O x 化を実現できる。特に、後述する前記第四抑制手段による不安定特性を緩和して安定した超低 N O x 化を実現できる。以下に、これについて詳述する。

【 0 0 6 8 】

なお、前記第一抑制手段（吸熱体群冷却）の機能強化は、前記伝熱管 2 を前記バーナ 1 と接触して設けたり、前記伝熱管 2 群の伝熱面密度を増加することである。この機能強化により、圧力損失が増大したり、振動燃焼などの不安定燃焼を生ずる。

【 0 0 6 9 】

また、前記第二抑制手段（排ガス再循環）の機能強化は、排ガス循環量を増加させることである。この機能強化により、前記第二抑制手段が有する不安定特性

を増幅する。すなわち、排ガス再循環は、燃焼量の変化や負荷の変化により、排ガス流量や温度が変化する特性を有している。排ガス再循環量を増大させると、これらの不安定特性が増幅される結果、安定した低NO_x化を実現できない。また、前記第二抑制手段の機能強化により、燃焼反応が抑制され、COおよび未燃分の排出増加をもたらすと共に、熱的ロスの増大を招く。また、排ガス再循環量を増大させると、送風機負荷が増加する。

【0070】

また、前記第三抑制手段（水／蒸気添加）の機能強化は、付加する水分量を増加させることである。この機能強化により、熱的ロスが増大すると共に結露量が増加し、特に前記伝熱管2へ供給する水を排ガスにより予熱する給水予熱器を有するボイラにおいては、前記給水予熱器の結露による腐食が問題となる。

【0071】

さらに、前記第四抑制手段（予混合高空気比燃焼）の機能強化は、空気比を増加させることである。この機能強化により燃焼反応の停止および前記バーナ1の不安定燃焼が発生する。また、

【0072】

これに対して、この実施例によれば、前記第一抑制手段～第四抑制手段を組み合わせているので、前記各抑制手段の機能を単独に強化することによる問題点の表面化を防止できる。

【0073】

また、この実施例によれば、つぎの作用効果を奏する。前記空気比制御手段により空気比をほぼ一定の高空気比に制御するので、外気温が変動しても安定した低NO_x効果を得ることができる。その結果、1日および年間の広範な運転点においてNO_x低減目標値をクリアできる。

【0074】

また、前記定空気比制御により、前記低NO_x化手段より排出のCO値も一定に制御される。その結果、空気比変動により排出CO値が増加して、前記CO酸化触媒体27の処理能力を超えるということがなくなり、安定した低CO化をも実現できる効果を奏する。特に、NO_x低減目標値を10ppm以下とするような低

NO_x化手段においては、10 ppm近傍では、排出CO値が急激に増加するので、定空気比制御は、CO低減目標値の達成および前記CO酸化触媒体27の容量の設計を容易にする点においてに非常に効果大きい。

【0075】

前記CO酸化触媒体27の容量の設計を容易にする点について、さらに説明する。前記CO酸化触媒体27は、容量を大きくすると圧力損失が増加するので、CO低減目標値をぎりぎりクリアできるように設計される。定空気比制御を行わないと、前記CO酸化触媒体27の処理容量を余裕をもって設計する必要が生ずる。また、処理容量を大きくすると、圧力損失が増大する。その結果、前記蒸気ボイラ自体の圧力損失が増大し、前記送風機4や前記缶体3を設計し直す必要が生ずる。この実施例のように定空気比制御を行うことで、これらの問題を解決できる効果を奏する。

【0076】

さらに、この実施例によれば、生成NO_x値を10 ppm以下とする低NO_x化と低CO化とを同時に達成でき、大気汚染防止に大きく寄与できる。また、低燃焼時は、前記伝熱管除去空間31は低CO化手段として有効に機能しないが、前記CO酸化触媒体27によりCOが酸化されるので、高燃焼時、低燃焼時に拘わらず、低CO化を実現できる。

【0077】

なお、この発明は前記実施例に限定されるものではなく、つぎの変形例を含む。前記実施例においては、前記第一抑制手段の前記各伝熱管2を垂直水管により構成しているが、水平あるいは傾斜して配置される水管により構成することができる。さらに、前記各伝熱管2の形状も前記実施例の真円に限定されるものではなく、実施に応じて楕円などの形状とすることができる。

【0078】

また、前記実施例においては、前記第一抑制手段の前記各伝熱管2を裸管としているが、実施に応じて、前記伝熱管除去空間31の下流の前記各伝熱管2に水平のヒレ状フィンや全周フィン（いずれも図示しない）を取り付けて、熱回収率を向上させるようにすることができる。

【 0 0 7 9 】

また、前記実施例においては、前記第三抑制手段の前記蒸気添加管 9 の蒸気を前記吸気通路 1 9 中へ噴出するように構成しているが、実施に応じて、図 8 に示すように、前記蒸気添加管 9 を前記バーナ 1 と前記送風機 4 との間に蒸気を噴出するように取り付けることができる。この変形例によれば、前記送風機 4 の下流側にて蒸気を供給しているので、上流側にて供給する前記実施例と比較して前記送風機 4 の送風負荷の増大を少なくできると共に、結露による前記送風機 4 の腐食を防止できる。

【 0 0 8 0 】

また、実施に応じて、図 9 に示すように前記蒸気添加管 9 を前記排ガス再循環通路 8 に蒸気を噴出するように取り付けることができる。蒸気を前記排ガス再循環通路 8 に噴出させることにより、結露がしにくくなり、錆の発生を少なくできると共に、蒸気と燃焼用空気との混合の均一化がなされるなどの効果を発揮する。

【 0 0 8 1 】

また、前記実施例においては、前記第四抑制手段を完全予混合式のバーナとしているが、実施に応じて、部分予混合のバーナとすることができる。

【 0 0 8 2 】

また、前記実施例においては、前記空気比制御手段を前記送風機 4 の回転数を制御するように構成しているが、実施に応じて、図 1 0 に示すように、前記送風機 4 の下流側に設けた燃焼空気量調整手段としての第二ダンパ 3 2 により空気比を制御するように構成できる。

【 0 0 8 3 】

また、前記実施例においては、前記空気比制御手段を酸素濃度センサ 2 5 の信号により制御するものとしているが、実施に応じて前記送風機 4 の吸気温度を検出する前記外気温検出手段としての外気温センサ 3 3 を設け、図 1 1 に示すように、この外気温センサ 3 3 出力により、空気比を制御するように構成することができる。この場合、所定燃焼量および所定排ガス再循環量において、外気温と空気比との関係を実験にて予め求め、外気温対送風機回転数の対比テーブルを作成

する。そして、この対比テーブルを制御回路 3 4 のメモリ（図示しない）に記憶させておき、このテーブルに基づき空気比がほぼ一定となるように、前記送風機 4 の電動機 2 4 を制御するように構成することができる。

【 0 0 8 4 】

また、前記実施例においては、前記低 NO_x 化手段に前記伝熱管除去空間 3 1 を含ませているが、実施に応じて、図 1 2 に示すように、前記伝熱管除去空間 3 1 を省略する、すなわち伝熱管を除去しないよう構成することができる。

【 0 0 8 5 】

また、前記実施例の蒸気ボイラは、燃焼量を高燃焼と低燃焼とに切替え可能なように構成しているが、実施に応じて、燃焼量の切替の無い蒸気ボイラとすることもできる。

【 0 0 8 6 】

さらに、前記実施例においては、前記 CO 酸化触媒体 2 7 を前記排ガス出口 1 6 部に取り付けているが、給水予熱器（エコノマイザ）を前記排ガス通路 7 に設けるものにおいては、前記給水予熱器を収容する室において前記給水予熱器の上流側に配置することができる。

【 0 0 8 7 】

【発明の効果】

この発明によれば、生成 NO_x 値を 1 0 ppm 以下とする低 NO_x を容易に実現できるなど産業的価値は多大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の一実施例の縦断面の説明図である。

【図 2】

同実施例の図 1 の II-II 線に沿う断面説明図である。

【図 3】

同実施例の図 2 の III-III 線に沿う横断面説明図である。

【図 4】

同実施例の高燃焼時の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性曲線を示す

図である。

【図 5】

同実施例の低燃焼時の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性曲線を示す図である。

【図 6】

同実施例の要部制御回路図である。

【図 7】

同実施例の CO 酸化触媒体の要部構成を示す正面図である。

【図 8】

この発明の他の実施例の第四抑制手段を備えた縦断面の説明図である。

【図 9】

この発明の他の実施例の第四抑制手段を備えた縦断面の説明図である。

【図 10】

この発明の他の実施例の空気比制御手段を備えた縦断面の説明図である。

【図 11】

この発明の他の実施例の空気比制御手段の要部制御回路図である。

【図 12】

この発明の他の実施例の図 2 に相当する断面説明図である。

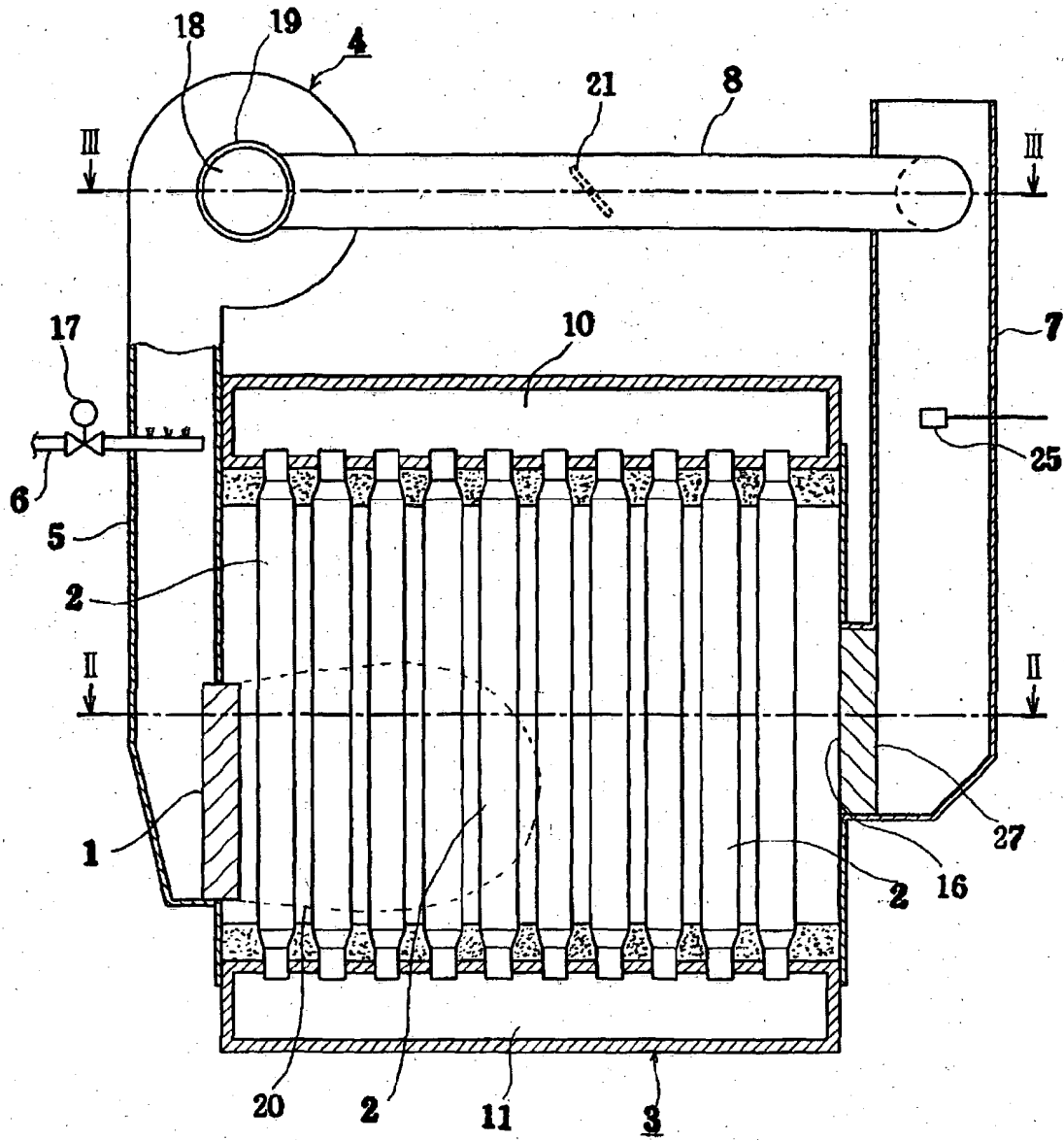
【符号の説明】

- 1 バーナ
- 2 伝熱管
- 3 缶体
- 4 送風機
- 7 排ガス通路
- 8 排ガス再循環通路
- 9 蒸気噴射管
- 25 酸素濃度センサ
- 27 CO 酸化触媒体

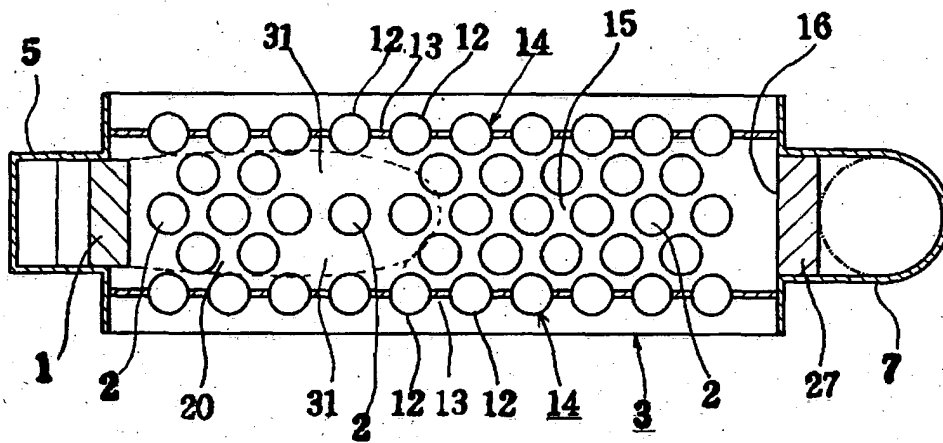
【書類名】

図面

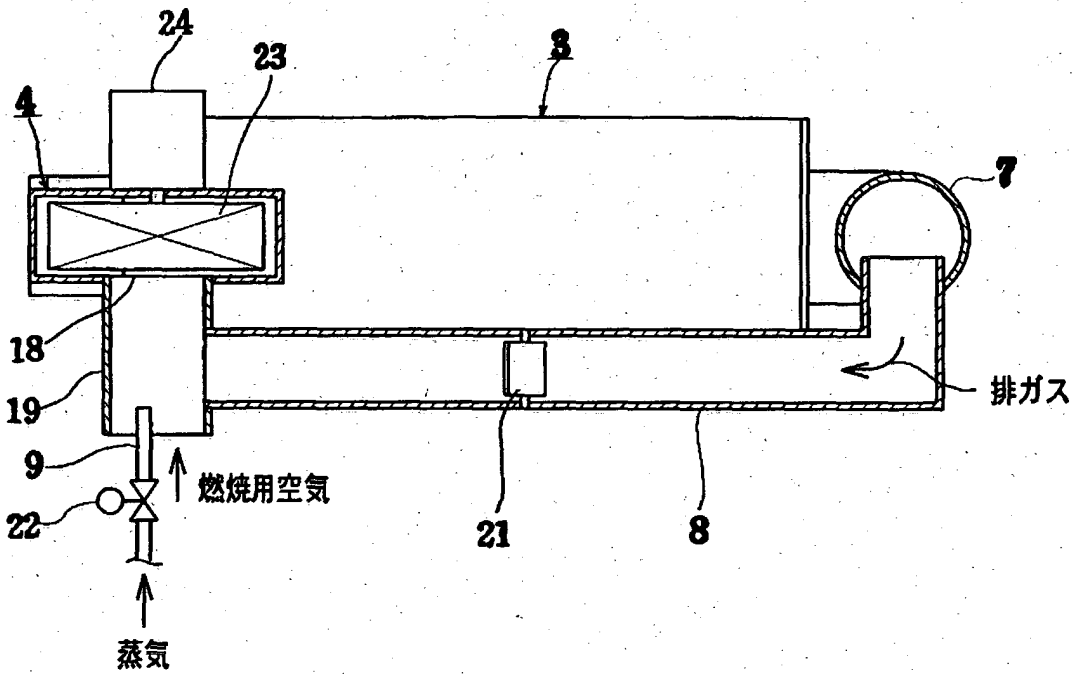
【図1】



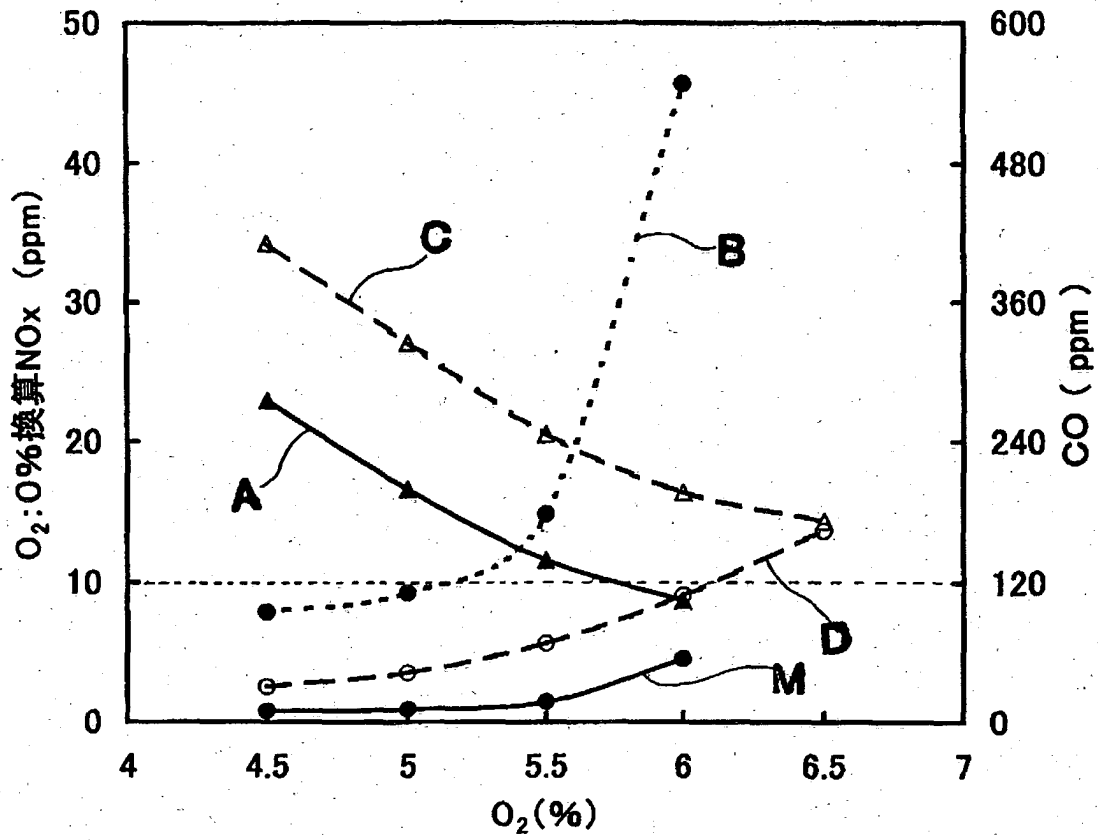
【図 2】



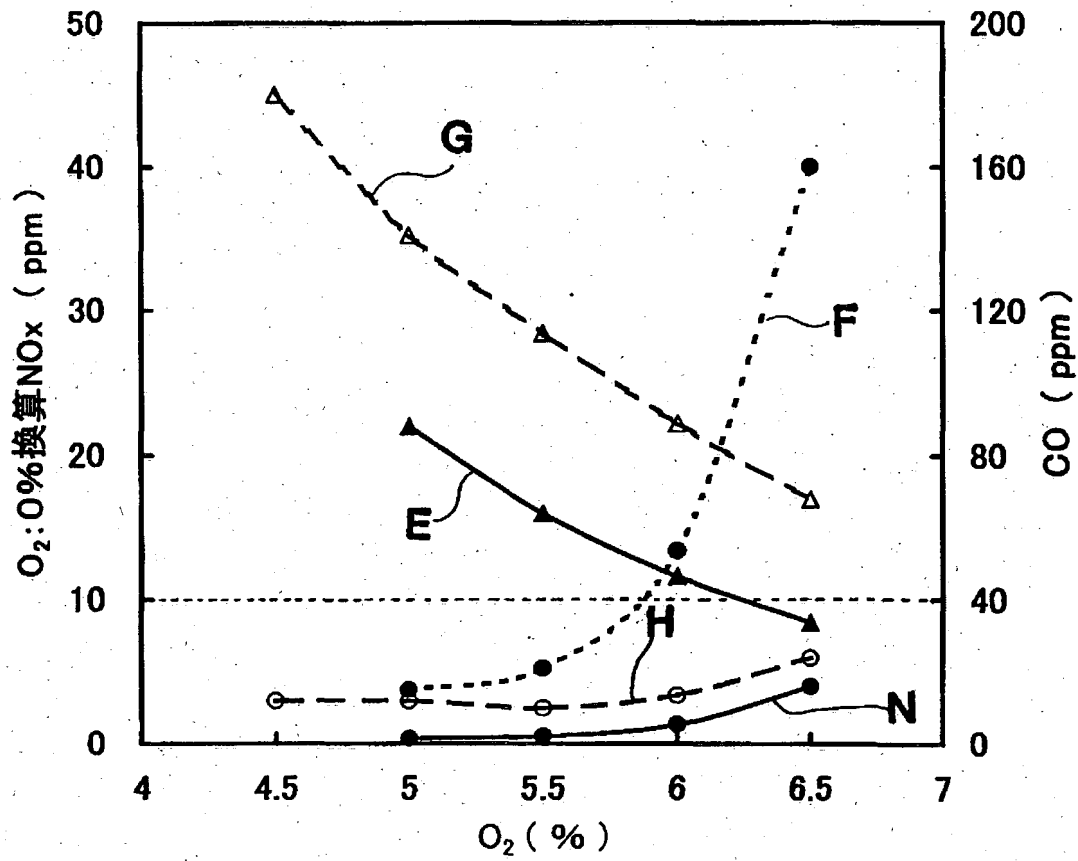
【図 3】



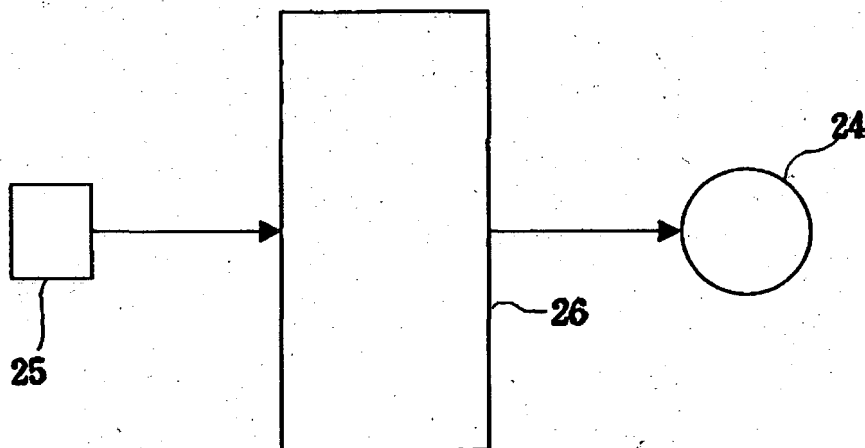
【図4】



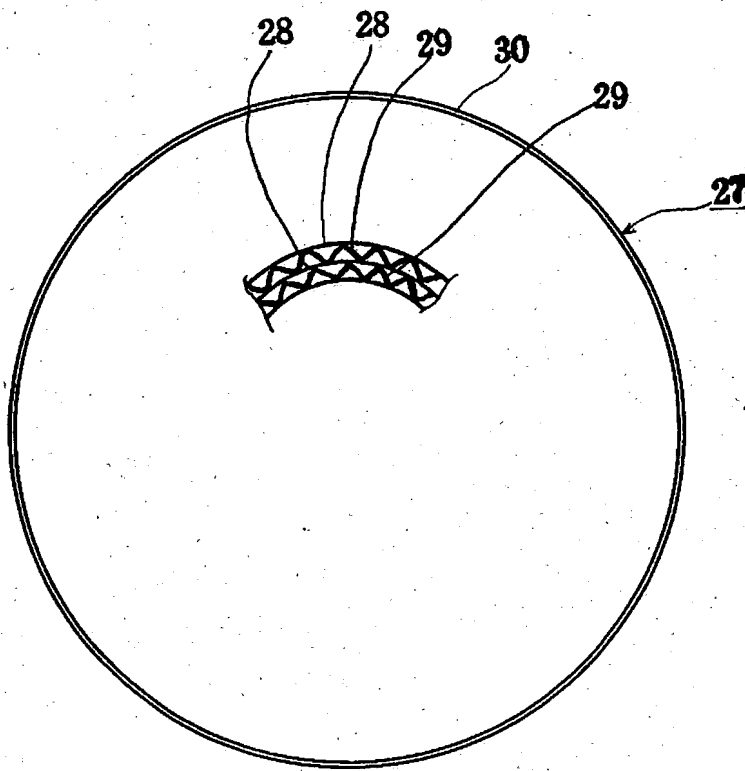
【図5】



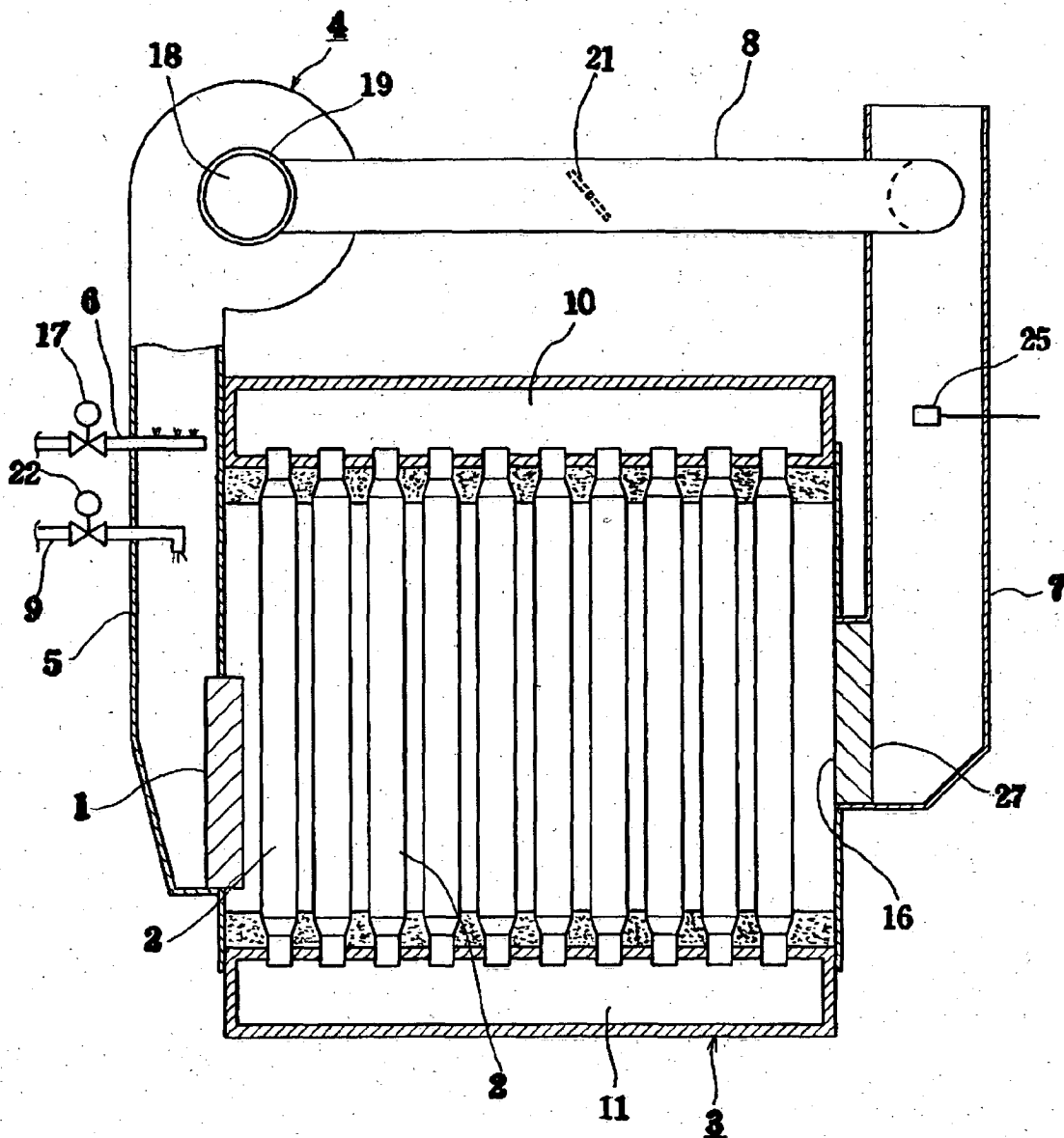
【図6】



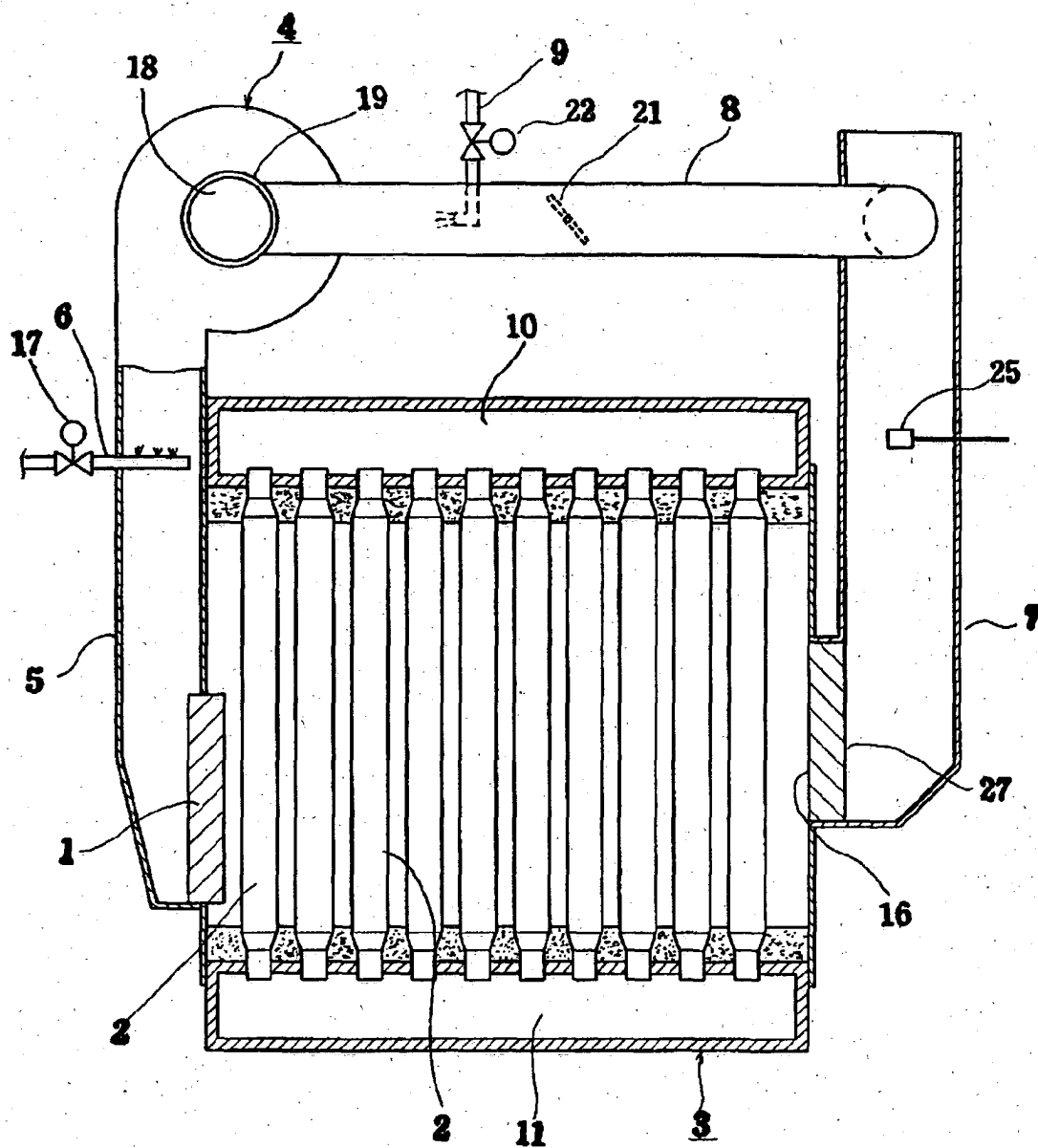
【図 7】



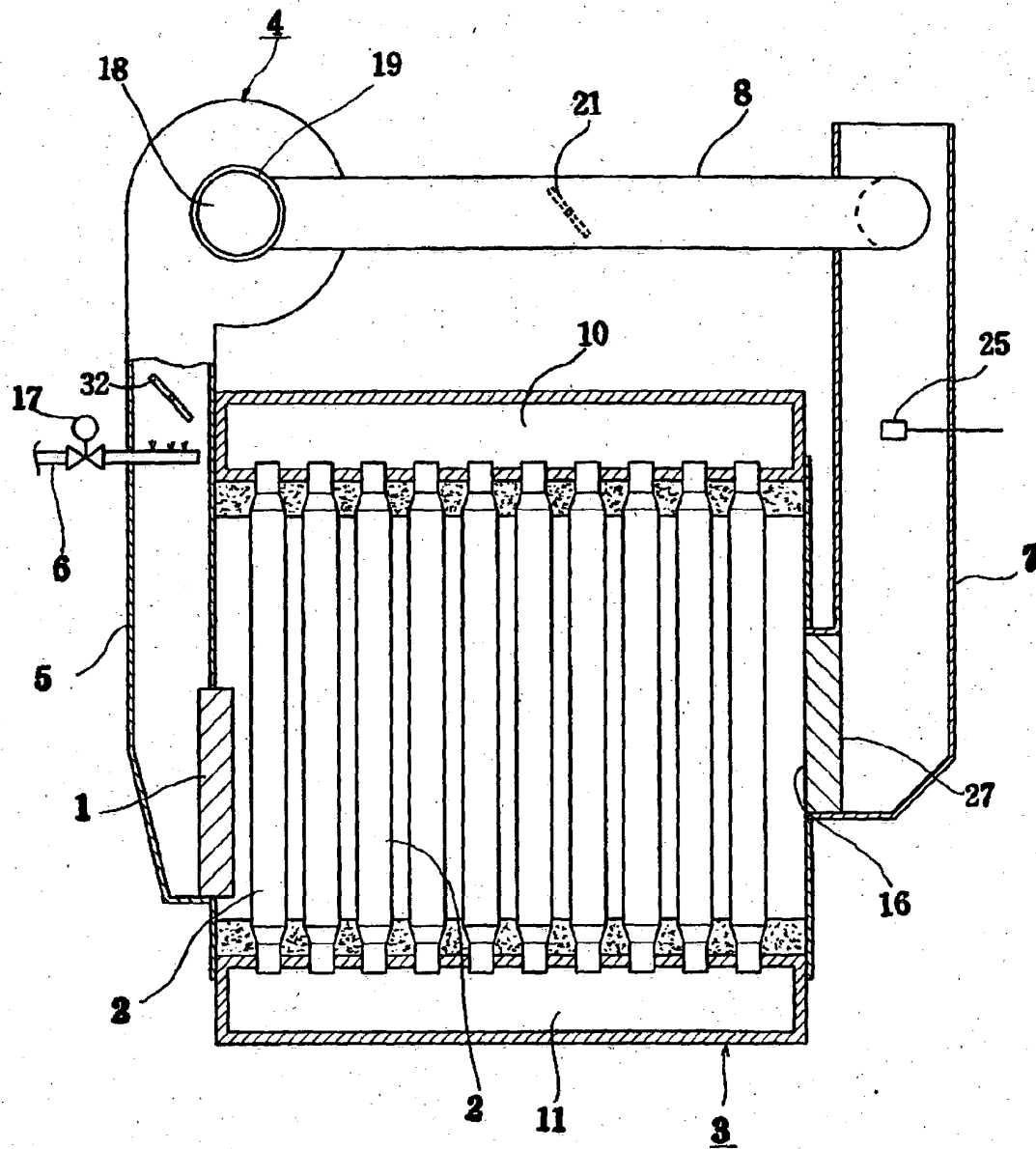
【図 8】



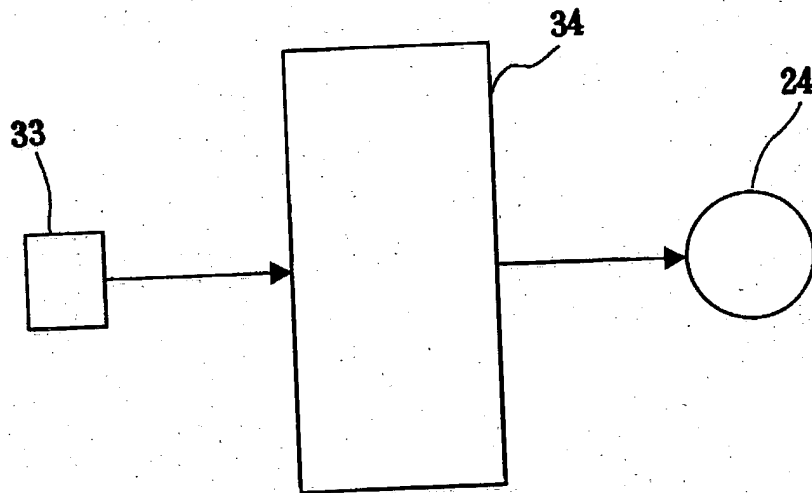
【図9】



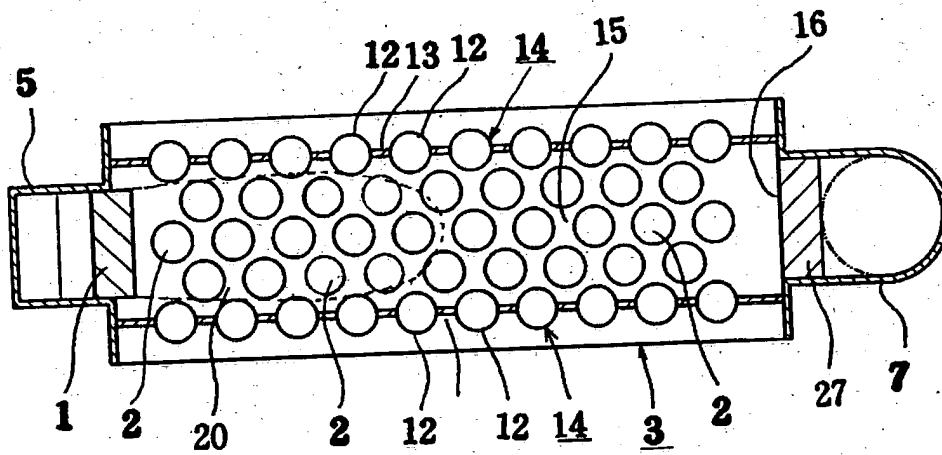
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排出NO_x値が10 ppmを下回る超低NO_x化を容易に実現できる低NO_xおよび低CO燃焼方法とその装置を提供すること。

【解決手段】 バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低NO_xを実現する低NO_x燃焼方法であって、吸熱体群による燃焼ガス温度の抑制と、燃焼完結ガスを燃焼ガスの燃焼反応領域へ再循環させることによる燃焼ガス温度の抑制と、前記バーナの燃焼用空気への水または蒸気添加による燃焼ガス温度の抑制とを組み合わせる行うことにより、前記バーナからの燃焼ガス温度の抑制をなすことを特徴とする。

【選択図】 図 1

特2003-141253

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000175272]

1. 変更年月日 1990年 8月25日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛媛県松山市堀江町7番地
氏 名 三浦工業株式会社